

SPHERICAL SEMICONDUCTOR CONTAINING SOLAR BATTERY, AND SPHERICAL SEMICONDUCTOR DEVICE USING SPHERICAL SEMICONDUCTOR

Publication number: JP2001156315

Publication date: 2000-09-25

Inventor: NAGATA SATOSHI; AMANO KATSUMI; IRIE JUNICHI

Applicant: MITSUI HIGH TEC

Classification:

- International: H01L31/04; H01L31/04; (IPC1-7): H01L31/04

- european:

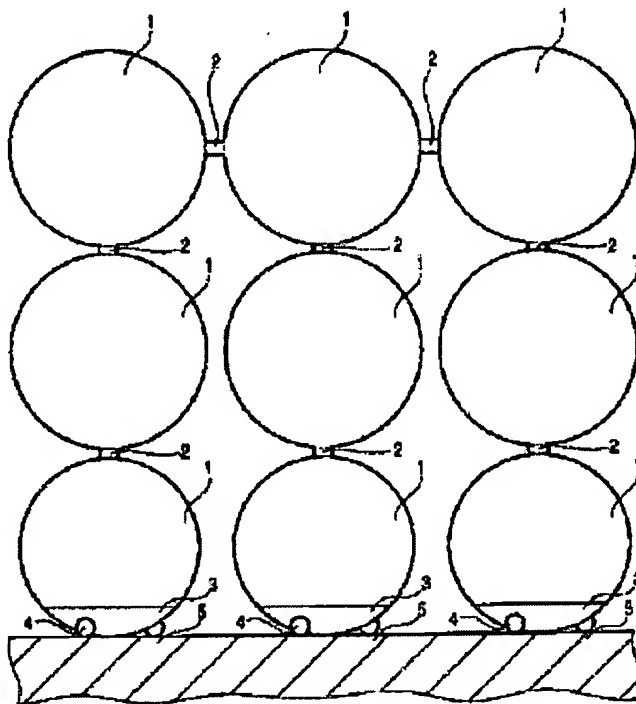
Application number: JP19990336788 19991126

Priority number(s): JP19990336788 19991126

Report a data error here

Abstract of JP2001156315

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solar battery that can be manufactured easily, can be miniaturized, can improve electromotive force per unit area, and is highly efficient, and to provide a semiconductor device that has generation functions, is compact, and is highly efficient. **SOLUTION:** The spherical semiconductor device is provided with a spherical solar battery part having a second-conduction semiconductor layer being formed on a spherical substrate surface where at least a surface composes a first-conduction semiconductor layer so that a pn junction is formed, an outer electrode that is made of a transparent conductive film being formed on the second semiconductor layer surface, and an inner electrode that is connected to the first-conduction-type semiconductor layer and at the same time is taken out onto the surface, and a spherical semiconductor integrated circuit part where an inverter circuit is formed on the spherical semiconductor surface. Also, the outer electrode and the inner electrode of the spherical solar battery part, and the spherical semiconductor integrated circuit are interconnected.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-156315
(P2001-156315A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001.6.8)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 31/04

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

テーマコード(参考)

A 5 F 0 5 1

H

K

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平11-336788

(22) 出願日

平成11年11月26日 (1999. 11. 26)

(71) 出願人 000144038

株式会社三井ハイテック

福岡県北九州市八幡西区小嶺2丁目10-1

(72) 発明者 永田 敏

福岡県北九州市八幡西区小嶺二丁目10番1号 株式会社三井ハイテック内

(72) 発明者 天野 克己

福岡県北九州市八幡西区小嶺二丁目10番1号 株式会社三井ハイテック内

(74) 代理人 100099195

弁理士 宮越 典明

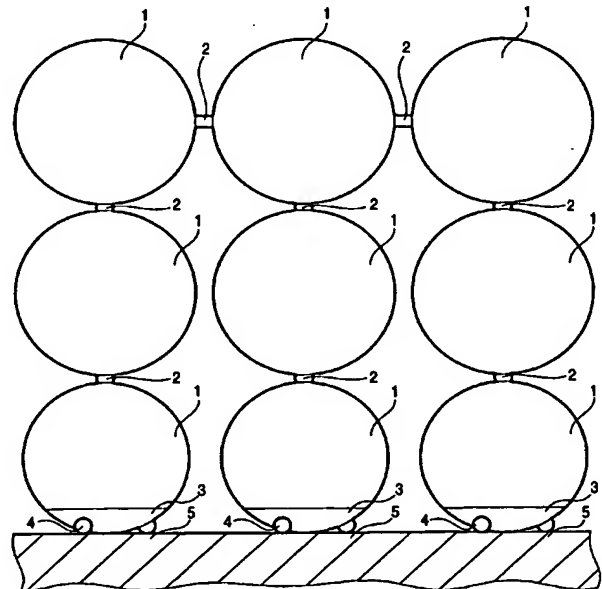
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池を含む球状半導体及びそれを用いた球状半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 製造が容易でかつ、小型化の可能な太陽電池を提供する。単位面積当りの起電力の向上をはかり、高効率の太陽電池を提供する。発電機能を具備し、小型でかつ高効率の半導体装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも表面が第1導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、p n接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、球状半導体表面にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路部とが、相互接続されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも表面が第 1 導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、 $p-n$ 接合を形成するように形成された第 2 導電型の半導体層と、前記第 2 の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第 1 導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、球状半導体表面にインバーター回路を形成してなる球状半導体集積回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路部とが、相互接続されていることを特徴とする太陽電池。

【請求項 2】 少なくとも表面が第 1 導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、 $p-n$ 接合を形成するように形成された第 2 導電型の半導体層と、前記第 2 の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第 1 導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、前記球状半導体表面に、前記太陽電池部と相互接続され、インバーター回路を形成してなる球状半導体集積回路部とを具備してなることを特徴とする太陽電池。

【請求項 3】 少なくとも表面が第 1 導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、 $p-n$ 接合を形成するように形成された第 2 導電型の半導体層と、前記第 2 の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第 1 導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、球状半導体表面にインバーター回路を形成してなる球状半導体集積回路部と、球状半導体表面に形成された論理回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路および前記論理回路部とが、バンプを介して相互接続されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 前記球状太陽電池部、球状半導体集積回路部、論理回路部は、それぞれ独立した球状基板に形成されており、実装基板表面に複数層構造をなすように、バンプを介してクラスタ接続せしめられ、前記球状太陽電池部は表面側に配列されていることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体装置。

【請求項 5】 前記球状太陽電池部と、球状半導体集積回路部または論理回路部とが、同一球状基板内に形成されており、前記球状太陽電池部は、表面側の半球に位置するように配列されていることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体装置。

【請求項 6】 前記球状太陽電池部は、直径を含む水平

面を通る球表面の同一直径上の相対向する表面に、それぞれ外側電極および内側電極に接続するバンプを具備し、各バンプを介して直列接続されていることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 7】 前記球状基板は、第 1 導電型のシリコン球からなり、前記シリコン球の表面に形成された第 2 導電型のアモルファスシリコン層との間に $p-n$ 接合を形成してなることを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 8】 前記球状基板は、金属製の球状体からなり、前記球状体表面に、第 1 導電型のシリコン層と、前記第 1 導電型のシリコン層表面に形成された第 2 導電型のシリコン層を形成し $p-n$ 接合を形成してなることを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 9】 前記球状基板は、絶縁性の球状体からなり、前記球状体表面に、第 1 導電型のシリコン層と、前記第 1 導電型のシリコン層表面に形成された第 2 導電型のシリコン層を形成し $p-n$ 接合を形成してなることを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 10】 前記第 1 および第 2 のシリコン層はアモルファスシリコン層であることを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 11】 前記球状太陽電池部は、第 1 導電型の球状シリコンの表面に形成された第 2 導電型の不純物拡散層とのあいだに $p-n$ 接合を形成してなるものであることを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は太陽電池およびこれを用いた半導体装置に係り、特に球状半導体を用いた太陽電池の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体の $p-n$ 接合部分には内部電界が生じており、これに光を当て、電子正孔対を生成させると、生成した電子と正孔は内部電界により分離されて、電子は n 側に、正孔は p 側に集められ、外部に負荷を接続すると p 側から n 側に向けて電流が流れる。この効果を利用し、光エネルギーを電気エネルギーに変換する素子として太陽電池の実用化が進められている。

【0003】 近年、単結晶シリコンなどの直径 1 mm 以下の球状の半導体 (Ball Semiconductor) 上に回路パターンを形成して半導体素子を製造する技術が開発されている。

【0004】 その 1 つとして、アルミ箔を用いて多数個の半導体粒子を接続したソーラーアレーの製造方法が提案されている (特開平 6-136333 号)。この方法では、図 14 に示すように、第 1 導電型表皮部と第 2 導電型内部を有する半導体粒子 207 をアルミ箔の開口にアルミ箔 201 の両側から突出するように配置し、片側の表

皮部 209 を除去し、絶縁層 221 を形成する。次に第 2 導電型内部 111 の一部およびその上の絶縁層 221 を除去し、その除去された領域 217 に第 2 アルミ箔 219 を結合する。その平坦な領域 217 が導電部としての第 2 アルミ箔 219 に対し良好なオーミック接触を提供するようにしたものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような方法では、高密度配置には限界があり、また、アルミ箔が面状に存在することになるため、下層への光はこのアルミ箔で遮断されることになる。従って、光電変換部となる半導体粒子は一層しか配列できないことになり、単位面積あたりの起電力の向上を阻む問題となっていた。

【0006】また、このような太陽電池には直流を交流に変換するインバータ回路が必要であるが、このインバータ回路は、アルミ箔 219 を介して太陽電池に接続されるため、配線距離が長く、別の半導体チップとして用意しなければならないため、装置の小型化を阻む問題となっていた。

【0007】さらにまた、論理回路チップとの接続に際しても、太陽電池からの起電力の取り出し端子から、この起電力で駆動される論理回路チップまでの配線長が大きくなり、寄生容量の発生など、種々の問題を招いていた。

【0008】本発明は前記実情に鑑みてなされたもので、製造が容易でかつ、小型化の可能な太陽電池を提供することを目的とする。また、本発明は、単位面積当りの起電力の向上をはかり、高効率の太陽電池を提供する事を目的とする。さらにまた、本発明は発電機能を具備し、小型でかつ高効率の半導体装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第 1 の太陽電池は、少なくとも表面が第 1 導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、 $p-n$ 接合を形成するように形成された第 2 導電型の半導体層と、前記第 2 の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第 1 導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、球状半導体表面にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路部とが、相互接続されていることを特徴とする。

【0010】かかる構成によれば、球状太陽電池部に、球状半導体表面に形成されたインバータ回路を接続しているため、小型で実装面積の小さい太陽電池を提供することが可能となる。

【0011】本発明の第 2 によれば、少なくとも表面が第 1 導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、 $p-n$

接合を形成するように形成された第 2 導電型の半導体層と、前記第 2 の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第 1 導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、前記球状半導体表面に、前記太陽電池部と相互接続され、インバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部とを具備してなることを特徴とする。

【0012】かかる構成によれば、同一の球状半導体表面に太陽電池部とインバータ回路とを具備しているため、小型で高効率の電源装置を提供することが可能となる。また、1 個の球状半導体で光を受け易い表面部は太陽電池部とし、受光量の小さい裏面はインバータ回路を構成するようにすることにより、より高効率の太陽電池を得ることが可能となる。

【0013】本発明の第 3 によれば、少なくとも表面が第 1 導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、 $p-n$ 接合を形成するように形成された第 2 導電型の半導体層と、前記第 2 の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第 1 導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、球状半導体表面にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部と、球状半導体表面に形成された論理回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路および前記論理回路部とが、 bumps を介して相互接続されていることを特徴とする。

【0014】かかる構成によれば、太陽電池部で得た起電力をそのまま論理回路部で直接使用することができるため、配線長を小さくすることが可能となる上、実装も容易であり、実装面積が小さく、高効率の半導体装置を提供することが可能となる。

【0015】本発明の第 4 によれば、請求項 3 に記載の半導体装置において、前記球状太陽電池部、球状半導体集積回路部、論理回路部は、それぞれ独立した球状基板に形成されており、実装基板表面に複数層構造をなすように、 bumps を介してクラスタ接続せしめられ、前記球状太陽電池部は表面側に配列されていることを特徴とする。

【0016】かかる構成によれば、上記第 4 による効果に加え、光を受け易い表面側は太陽電池部とし、受光量の小さい下層はインバータ回路あるいは論理回路部を構成するようにしているため、実装面積が小さくより高効率の半導体装置を得ることが可能となる。

【0017】本発明の第 5 によれば、請求項 4 に記載の半導体装置において、前記球状太陽電池部と、球状半導体集積回路部または論理回路部とが、同一球状基板内に形成されており、前記球状太陽電池部は、表面側の半球に位置するように配列されていることを特徴とする。

【0018】かかる構成によれば、上記第 4 による効果

に加え、球状半導体の光を受け易い表面側は太陽電池部とし、受光量の小さい裏面側はインバータ回路あるいは論理回路部を構成するようにしているため、小型でより高効率の半導体装置を得ることが可能となる。

【0019】本発明の第6によれば、請求項3乃至5のいずれかに記載の半導体装置において、前記球状太陽電池部は、直径を含む水平面を通る球表面の同一直径上の相対向する表面に、それぞれ外側電極および内側電極に接続するパンプを具備し、各パンプを介して直列接続されていることを特徴とする。

【0020】かかる構成によれば、多数個の球状太陽電池をパンプを介して最も高密度に配列し接続することが可能となる。また、2層以上に太陽電池部を配設する場合には、パンプによる球状半導体間の空間を光導入部として利用することができる上、位置決めが容易となる。

【0021】本発明の第7によれば、請求項3乃至6のいずれかに記載の半導体装置において、前記球状基板は、第1導電型のシリコン球からなり、前記シリコン球の表面に形成された第2導電型のアモルファスシリコン層との間にp-n接合を形成してなることを特徴とする。

【0022】かかる構成によれば、シリコン球表面に第2導電型のアモルファスシリコン層を堆積するかまたは拡散により不純物拡散層を形成するかいずれかの方法により、極めて容易に、素子面積の大きい半導体装置を提供することが可能となる。

【0023】本発明の第8によれば、請求項3乃至6のいずれかに記載の半導体装置において、前記球状基板は、金属製の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成しp-n接合を形成してなることを特徴とする。

【0024】かかる構成によれば、金属製の球状体を基体として用いて、表面にp-n接合を有する半導体層を形成しているため、該金属製の球状体が低抵抗の集電体の役割を果たすため、半導体層に対してオーミック接触性の良好な金属を用いることにより、極めて高効率で起電力の取り出しを図ることが可能となる。必要に応じて、バリア層を介在させるようにしてもよい。

【0025】本発明の第9によれば、請求項3乃至6のいずれかに記載の半導体装置において、前記球状基板は、絶縁性の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成しp-n接合を形成してなることを特徴とする。

【0026】かかる構成によれば、安価で特性の安定した半導体装置を得ることが可能となる。

【0027】本発明の第10によれば、請求項8に記載の半導体装置において、前記第1および第2のシリコン層はアモルファスシリコン層であることを特徴とする。

【0028】かかる構成によれば、アモルファスシリコ

ン層は絶縁性基板表面にも高品質の膜として形成することが可能であり、かつ太陽電池としての特性も良好である。

【0029】本発明の第11によれば、請求項3乃至6のいずれかに記載の半導体装置において、前記球状太陽電池部は、第1導電型の球状シリコンの表面に形成された第2導電型の不純物拡散層とのあいだにp-n接合を形成してなるものであることを特徴とする。

【0030】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

実施形態1

本発明の第1の実施形態の太陽電池は、図1に示すように、球状シリコンからなる太陽電池セル1がパンプ2を介して垂直方向に3個ずつ相互接続せしめられ、最下層の球状シリコンの、下部にインバータ回路部3を構成するダイオードを形成してなるものである。そしてこの太陽電池は最下層の球状シリコンの下部に形成された実装用パンプ4を介して実装基板5に接続せしめられてなるものである。

【0031】一方、この太陽電池を構成する太陽電池セル1は、図2に拡大断面図を示すように、直径1mmのp型単結晶シリコン球11の表面にn型多結晶シリコン層12を形成し、p-n接合を形成すると共に、さらにこの表面を覆うように酸化インジウム錫（ITO）からなる透明導電膜からなる外側電極13が形成されている。そして、この一部が研磨によりp型単結晶シリコン球11に到達するまで外側電極13およびn型多結晶シリコン層12が除去され、この除去部の表面を酸化シリコン膜14で被覆するとともに、p型単結晶シリコン球11にコンタクトするように、クロム薄膜からなる内側電極15を形成するとともに、表面にパンプ2aが形成されている。一方、このパンプと球の中心に対して対称な位置に、外側電極13にコンタクトするように、パンプ2bが形成されている。

【0032】次に、この太陽電池セル1の製造方法について説明する。まず、図3(a)に示すように、直径1mmのp型単結晶シリコン球11の表面を鏡面研磨するとともに、洗浄し、フォスフィンを含むシランなどの混合ガスを用いたCVD法により、n型多結晶シリコン層12を形成する。ここでCVD工程は図4に示すような装置（後述する）を用いて、所望の反応温度に加熱されたガス雰囲気中を搬送することにより、薄膜形成を行うことができる。

【0033】この後、図3(b)に示すように、スパッタリング法により、基板表面全体に膜厚1μm程度のITO薄膜13を形成する。

【0034】そして、図3(c)に示すように、研磨によりp型単結晶シリコン球11に到達するまで外側電極13およびn型多結晶シリコン層12の一部を除去する。

【0035】そしてこの後、図3(d)に示すように、この除去部の表面を酸素雰囲気中で熱処理することにより、酸化シリコン膜14で被覆する。このとき、高濃度の不純物領域であるp型多結晶シリコン層12上では酸化速度が大きいため、p型単結晶シリコン球11表面の2倍程度の膜厚の酸化シリコン層が形成される。

【0036】これをマスクなしでエッチングすることにより、酸化シリコン層14の膜厚の薄い領域では、p型単結晶シリコン球11が露呈する。そして図3(e)に示すように、p型単結晶シリコン球11にコンタクトするように、クロム薄膜からなる内側電極15を形成する。図3(d)、図3(e)の工程も同様に図4の搬送装置内でガス種およびガス温度を制御することにより、容易に形成することが出来る。

【0037】そして最後に、この内側電極15の表面にバンプ2aを形成するとともに、このバンプと球の中心に対して対称な位置に、外側電極13にコンタクトするように、バンプ2bを形成し、図2に示したような球状太陽電池セルが完成する。

【0038】次に、ここで前記図3(b)に示した工程で用いたn型多結晶シリコン層12を形成するためのCVD装置について説明する。図4(a)乃至(c)に示すように、CVD部100においてヒータ101で所望の温度に制御できるように構成された内管102に対しCVD用のガス供給源104からガス供給管103を介してモノシラン(SiH_4)と、不純物としてのフォスフィンを添加してなる反応ガス(第1の反応ガスと指称す)を供給し熱分解により、この内管102内を所定の速度で通過するp型単結晶シリコン球11の表面にn型多結晶シリコン層12を形成する。そして、渦巻き流形成部110と、渦巻き流とともに第1の反応ガスを吸引する吸引排出部120と、p型単結晶シリコン球11に不活性ガス的高圧パルス印加し、加速しつつ送出する送出部130とから構成された雰囲気変換部でこの第1の反応ガスを完全にシリコン球表面から排除し、成膜を停止することにより、高精度に膜厚制御のなされたn型多結晶シリコン層12を形成することができるものである。

【0039】すなわちこの装置は第1の反応ガスを所望の温度に保持された内管内でp型単結晶シリコン球11に接触させ、n型多結晶シリコン層12を制御性よく成膜するもので、このp型単結晶シリコン球11から、この第1の反応ガスを除去し、不活性ガスからなる第2のキャリアガスとともに次の処理工程に送出する、雰囲気変換機能を備えたことを特徴とする装置である。ここで図4(b)(c)はそれぞれ図4(a)のA-A断面図およびB-B断面図である。

【0040】また渦巻き流形成部110は、CVD部に接続された供給口から、単結晶シリコン球を第1の反応ガスとともに通過せしめるように構成された内径2mm程度のテフロンパイプからなる内管112と、この内管

112を囲むように配設された内径15mm程度の外管113と、この外管113と前記内管112との間に形成される第1の搬送路114と、前記第1の搬送路114に連通し、中心軸に対して点対称となるように配設され、前記外管113の外壁に、この外壁を貫通して接線方向から高圧ガスを供給する2つの高圧ガス供給口115a、115bとから構成されており、高圧ガス供給口115a、115bから不活性ガスを噴出することにより、前記内管112の管壁に沿って渦巻き流を形成するように構成されている。

【0041】また吸引排出部120は、内管112の下端から所定の間隔を隔てて配設され、前記内管よりも径大の多孔質管からなる回収パイプ121と、この回収パイプの周りに配設された円筒状の排出室122とから構成される。この、第1の反応ガスを吸引して排出する排出室122内部の空間は下流部の外周に沿って配設された複数の排出孔123から配管を介して減圧装置としての回収ポンプ124及び所定温度に冷却された回収タンク(図示せず)に連結されている。

【0042】回収パイプ121は前記内管112に連通し、内径が前記内管112とほぼ一致しており2mm程度であり、外径は4mm程度である。この回収ポンプ24によって排出室22内部を減圧状態にすることにより、排出室内が回収パイプ121の内部に対して負圧状態となり、前記CVD装置からその反応性ガスを含むガス(第1の反応ガスと指称す)とともに送出されてきた単結晶シリコン球は、前記内管112の開口端で搬送路114を通過して整流された渦巻き流と接触し、径大の回収パイプ121内で、断熱膨張するとともに渦巻き流と共に外方の排出室122に効率よく排出される。

【0043】また、この排出室122は回収パイプ121よりも下流側では外方に広がるテーパ面を形成し、回収パイプ121を経て排出されてくる第1の反応ガスが、テーパ面127Tに沿って層流をなしながら効率よく排出されるように構成されている。

【0044】そして図4(c)に示すようにこの排出室122の下流端近傍の外周に沿って所定の間隔で配設された排出孔123を経て回収ポンプ124によって図示しない回収タンクに回収されるようになっている。

【0045】ここでは回収パイプを構成する多孔質材料は、セラミック、樹脂、金属の粉体を焼結する等の方法により得られたものが用いられる。該排出室22内部に位置する回収パイプ121の側壁には多数の貫通孔が設けられている。

【0046】さらにこの回収パイプ121の下流端側には前記内管とほぼ同一径のテフロンパイプからなる排出管125に接続されており、この排出管125は送出部130に接続されてここで高圧パルスとして噴出されてくる不活性ガスからなる第2のキャリアガスによって加速され、送出されるようになっている。

【0047】この送出部130は、加速管131と分岐管132とを具備しており、加速管131の上端部はジョイントチューブ133を介して排出管125と連結されている。ここで、分岐管132は、パルス発生器135によって第2のキャリアガスが分岐管132内にパルス状をなして供給され、加速された不活性ガスが単結晶シリコン球を加速しつつ所望の速度で送出されるように、分岐角度 θ が選択されている。この分岐角度 θ は、加速し得るのであれば特に限定されるものではないが、少なくとも 45° 以下であることが好ましく、特に 30° 以下が好ましい。分岐角度 θ が 45° より大きくなるとジョイントチューブ内に前記第2のキャリアガスが逆流して単結晶シリコン球の移動を妨げるおそれがあるからである。

【0048】このCVD装置は非接触で極めて高精度に効率よく所望の薄膜形成を行うことができるものである。

【0049】尚、必要に応じて電極とパンプあるいは電極と半導体層との界面に窒化チタン層などからなるバリア層を形成するようにしてもよい。

【0050】一方、インバータ回路部は、フォトリソグラフィ工程により、ダイオードを形成するとともに、回路パターンを形成し、太陽電池部と接続することにより、形成される。

【0051】このようにして形成された球状半導体セルを実装用基板5上にパンプ4を介して接続することにより、図1に示したような太陽電池が完成する。

【0052】かかる構成によれば、球状太陽電池部に、球状半導体表面に形成されたインバータ回路を接続しているため、小型で実装面積の小さい太陽電池を提供することが可能となる。

【0053】なお、太陽電池セルは直列接続してもよいし、並列接続してもよい。直列接続する際には、p層およびn層を外面側と内面側とで逆にしたセルを交互に配列し、同様に接続することにより、直列接続体を形成することも可能である。

【0054】実施形態2

次に本発明の第2の実施形態について説明する。この太陽電池では、図5に示すように、1個の球状シリコン表面に、素子分離絶縁膜40を介して太陽電池部と、この太陽電池部10に接続されたインバータ回路部30を形成してなる球状半導体集積回路部とを具備してなることを特徴とする。

【0055】このインバータ回路部は素子分離膜40で囲まれた素子領域内にp型ウェル領域31を形成するとともにこの内部にn型拡散層32を形成してなるものである。そして電極33を形成し、負荷に接続されるようにしたものである。なお、インバータ回路部および太陽電池部の相互接続は基板表面に形成された図示しない回路パターンによって接続されている。

【0056】製造に際しては、フォトリソグラフィエ

程、素子分離膜の形成工程、成膜工程など、前記第1の実施形態に準じて、同様に図4に示した装置内で形成することが出来る。

【0057】かかる構成によれば、同一の球状半導体表面に太陽電池部とインバータ回路とを具備しているため、小型で高効率の電源装置を提供することが可能となる。また、1個の球状半導体で光を受け易い表面部は太陽電池部とし、受光量の小さい裏面部はインバータ回路を構成するようにすることにより、より高効率の太陽電池を得ることが可能となる。

【0058】実施形態3

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。この装置では、図6に示すように、少なくとも表面が第1導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、pn接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、球状半導体表面にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部と、球状半導体表面に形成された論理回路部とを具備し、前記球状太陽電池部1の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路3および前記論理回路部6とが、パンプ4を介して相互接続されている。

【0059】かかる構成によれば、太陽電池部1で得た起電力をそのままインバータ回路で交流変換し、これを論理回路部で直接使用することができるため、配線長を小さくすることが可能となる上、実装も容易であり、実装面積が小さく、高効率の半導体装置を提供することが可能となる。

【0060】実施形態4

尚前記第1の実施形態では、球状体が3層構造をなすようにクラスタ接続された例について説明したが、図7に示すように、前記球状太陽電池部1、球状半導体集積回路部3、論理回路部6は、それぞれ独立した球状基板に形成されており、実装基板5表面に2層構造をなすように、パンプ4、2を介してクラスタ接続し、前記球状太陽電池部を表面側に配列したことを特徴とする。

【0061】かかる構成によれば、上記第1の実施形態による効果に加え、光を受け易い表面側は太陽電池部とし、受光量の小さい下層はインバータ回路あるいは論理回路部を構成するようにしているため、実装面積が小さくより高効率の半導体装置を得ることが可能となる。

【0062】実施形態5

この実施形態では、図8に示すように前記球状太陽電池部1と、球状半導体集積回路部3、論理回路部6とが、同一球状基板内に形成されており、前記球状太陽電池部は、表面側の半球に位置するように配列されていることを特徴とする。

【0063】かかる構成によれば、球状半導体の光を受

け易い表面側は太陽電池部とし、受光量の小さい裏面側はインバート回路あるいは論理回路部を構成するようにしているため、小型でより高効率の半導体装置を得ることが可能となる。

【0064】実施形態6

この実施形態では、図9に示すように、前記球状太陽電池部1は、直径を含む水平面を通る球表面の同一直径上の相対向する表面に、それぞれ外側電極および内側電極に接続するパンプ2を具備し、各パンプを介して直接接続されていることを特徴とする。

【0065】かかる構成によれば、多数個の球状太陽電池をパンプを介して最も高密度に配列し接続することが可能となる。また、2層以上に太陽電池部を配設する場合には、パンプによる球状半導体間の空間を光導入部として利用することができる上、位置決めが容易となる。

【0066】実施形態7

この太陽電池を構成する太陽電池セル1は、図10に拡大断面図を示すように、直径1mmの銅球50の表面にクロムおよびチタンからなるバリア層50Bを介してn型アモルファスシリコン層51、p型アモルファスシリコン層52を形成し、pn接合を形成すると共に、さらにこの表面を覆うように酸化インジウム錫（ITO）透明導電膜からなる外側電極53が形成されている。そして、この一部が研磨によりクロムおよびチタンからなるバリア層に到達するまで外側電極53およびp型アモルファスシリコン層52、n型アモルファスシリコン層51が除去され、この除去部のバリア層にコンタクトするように、パンプ55aを形成してなるものである。一方、このパンプ55aと球の中心に対して対称な位置に、外側電極53にコンタクトするように、パンプ55bが形成されている。

【0067】次に、この太陽電池セル1の製造方法について説明する。まず、図11(a)に示すように、直径1mmの銅球50を表面研磨するとともに、洗浄し、真空蒸着法により、クロムおよびチタンからなるバリア層を順次形成する（図11(b)）。これは前記第1の実施形態で用いたCVD装置のCVD部のガス供給管を真空蒸着用の蒸発源を備えた蒸発室に接続し、クロム粒子を含む蒸気およびチタン粒子を含む蒸気を銅球50に接触させることにより蒸着膜の形成が非接触で高精度の膜厚制御を行うつつ形成可能である。

【0068】後は、前記第1の実施形態と同様に、フォスフィンを含むシランなどの混合ガスを用いた法により、n型アモルファスシリコン層51およびp型アモルファスシリコン層52を形成する。ここでCVD工程は図4に示した装置を用いて、所望の反応温度に加熱されたガス雰囲気中を搬送することにより、薄膜形成を行うことが出来る（図11(c)）。

【0069】この後、図11(d)に示すように、スパッタリング法により、基板表面全体に膜厚1μm程度のI

TO薄膜53を形成する。

【0070】そして、図11(e)に示すように、研磨により銅球50またはバリア層50Bに到達するまで外側電極53およびp型アモルファスシリコン層52、n型アモルファスシリコン層51の一部を除去する。

【0071】そしてこの後、図11(f)に示すように、この除去された部分の銅球50またはバリア層50B表面にパンプ55aを形成する。この場合は銅球50またはバリア層50Bに直接パンプ55aを形成することができる。また外側電極上にもパンプ55bを形成し図10に示した太陽電池が完成する。

【0072】このようにして形成された太陽電池を2個固着した太陽電池装置を図12に示す。ここではパンプ55a、55bを固着し加熱溶融せしめて電氣的に結合した後、パンプの回りを絶縁性接着剤56で固着し、結合強度を高めるとともに、周囲の電氣的絶縁を図るようにすることが可能となる。

【0073】実施形態8

この太陽電池を構成する太陽電池セルは、球状基板を、絶縁性の球状体で構成し、この球状体表面に、n型アモルファスシリコン層と、前記n型のアモルファスシリコン層表面に形成されたp型のアモルファスシリコン層を形成しpn接合を形成してなることを特徴とする。

【0074】この太陽電池セルは、図13に拡大断面図を示すように、直径1mmのガラス60の表面にクロム層60cを形成するとともに、この上層にn型アモルファスシリコン層61、p型アモルファスシリコン層62を形成し、pn接合を形成すると共に、さらにこの表面を覆うように酸化インジウム錫（ITO）透明導電膜からなる外側電極63が形成されている。そして、この一部が研磨によりクロム層60cに到達するまで外側電極63およびp型アモルファスシリコン層62、n型アモルファスシリコン層61が除去され、この除去部のバリア層にコンタクトするように、パンプ65aを形成してなるものである。一方、このパンプ65aと球の中心に対して対称な位置に、外側電極63にコンタクトするように、パンプ65bが形成されている。

【0075】かかる構成によれば、安価で特性の安定した半導体装置を得ることが可能となる。

【0076】なお、前記実施の形態ではpn接合を形成する半導体層として、アモルファスシリコンを用いたが、これに限定されることなく、多結晶シリコン層あるいは単結晶シリコン層、さらにはGaAs、GaPなどの化合物半導体層にも適用可能である。さらには、pn構造のみならず、pin構造にも適用可能である。

【0077】この球状の半導体素子の製造に際し、各処理工程を連結してライン化することが可能であるため、生産性が極めて高いという特徴がある。

【0078】各工程では、活性ガス、不活性ガス等の気体のみならず、水や各種溶液等の液体をも含む種々の雰

囲気での処理がなされる。このような処理工程を連結する場合、被処理物を搬送する雰囲気を前工程から後工程に持ち込まないようにしなければならないため、工程間において被処理物から前工程の雰囲気を除去し、そして後工程に合わせた雰囲気に変換して被処理物を搬送するといった作業が必要であるが、図4に示したような雰囲気変換装置を用いることにより搬送しながら各処理工程が実行でき、極めて高速で作業性よく信頼性の高い半導体装置を提供することが可能となる。

【0079】また、シリコン表面は酸化され易く、表面に自然酸化膜が形成された場合、その上層に形成される金属電極層などとの接触性が悪くなるなどの問題もあるが、外気に接触することなく、閉鎖空間内で搬送および処理を行うことができる。

【0080】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、球状半導体表面に太陽電池部とインバータ回路とを具備しているため、小型で高効率の電源装置を提供することが可能となる。

【0081】また、1個の球状半導体で光を受け易い表面部は太陽電池部とし、受光量の小さい裏面部はインバータ回路を構成するようにすることにより、より高効率の太陽電池を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の太陽電池を示す図

【図2】本発明の第1の実施形態の太陽電池を構成するセルの断面図

【図3】本発明の第1の実施形態の太陽電池を構成するセルの製造工程図

【図4】本発明の第1の実施形態の太陽電池を製造するための製造装置を示す図

【図5】本発明の第2の実施形態の太陽電池を構成するセルの断面図

【図6】本発明の第3の実施形態の太陽電池を示す図

【図7】本発明の第4の実施形態の太陽電池を示す図

【図8】本発明の第5の実施形態の太陽電池を示す図

【図9】本発明の第6の実施形態の太陽電池を示す図

【図10】本発明の第7の実施形態の太陽電池を構成するセルの断面図

【図11】本発明の第7の実施形態の太陽電池を構成するセルの製造工程図

【図12】本発明の第7の実施形態の太陽電池を示す図

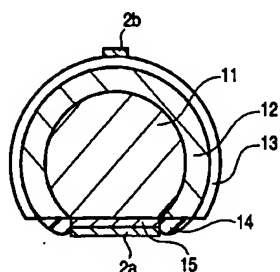
【図13】本発明の第8の実施形態の太陽電池を構成するセルの断面図

【図14】従来例の太陽電池を示す図

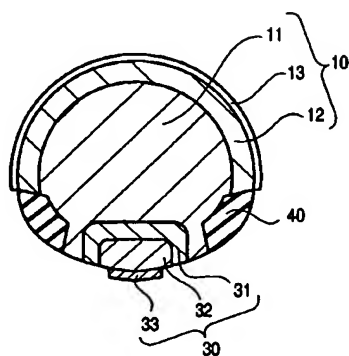
【符号の説明】

- | | |
|-------|------------|
| 1 | 太陽電池 |
| 2 | パンプ |
| 3 | インバータ回路部 |
| 4 | パンプ |
| 5 | 実装基板 |
| 6 | 論理回路部 |
| 11 | p型単結晶シリコン球 |
| 12 | n型多結晶シリコン層 |
| 13 | 外側電極 |
| 14 | 絶縁膜 |
| 15 | 内側電極 |
| 2a、2b | パンプ |

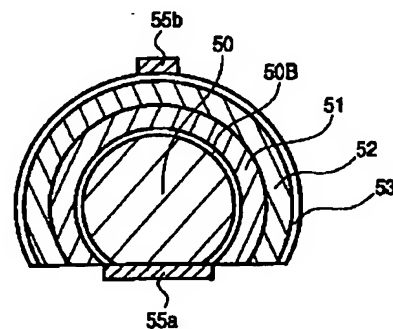
【図2】



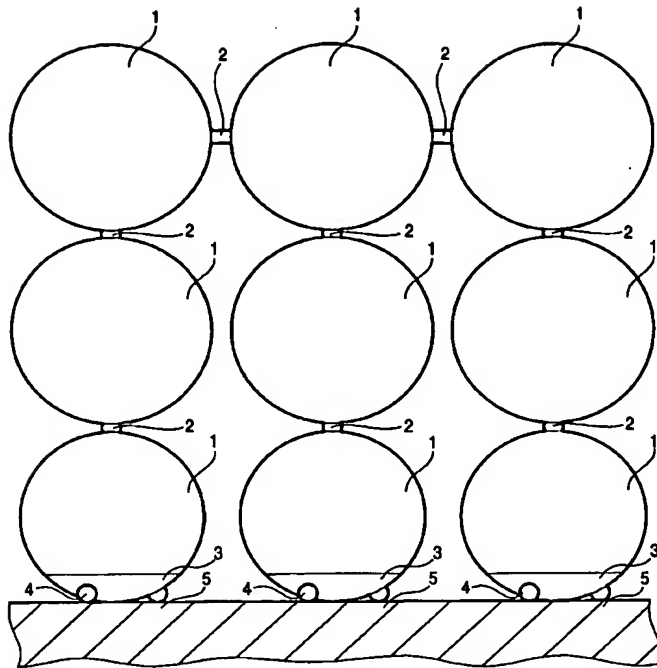
【図5】



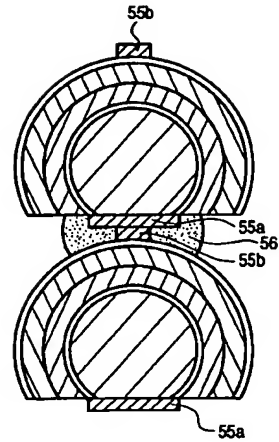
【図10】



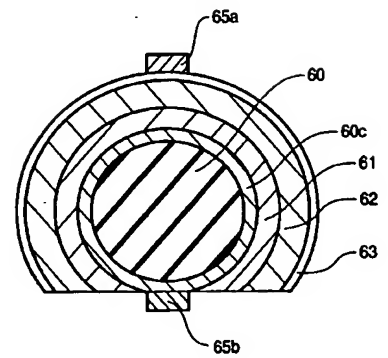
【図 1】



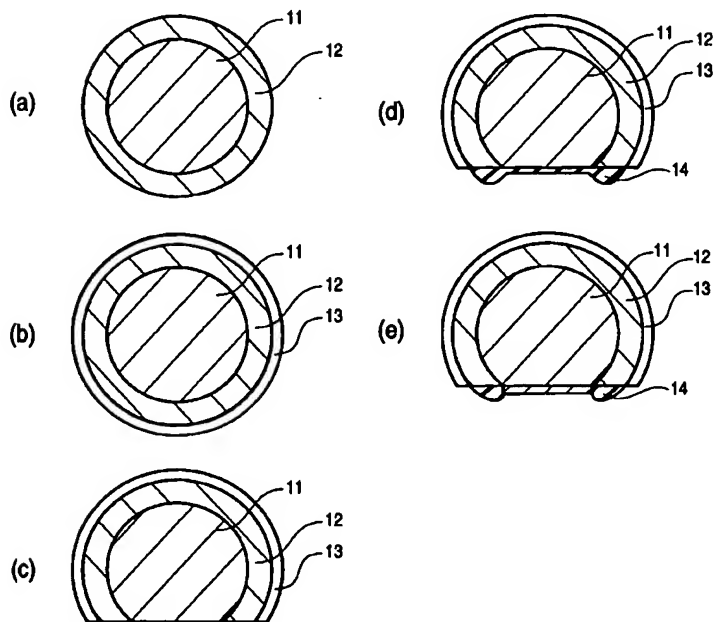
【図 1 2】



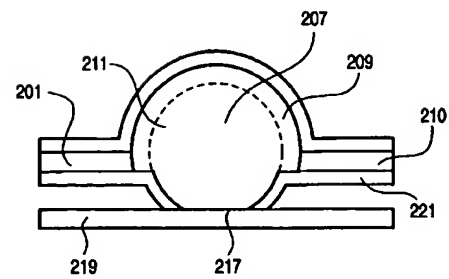
【図 1 3】



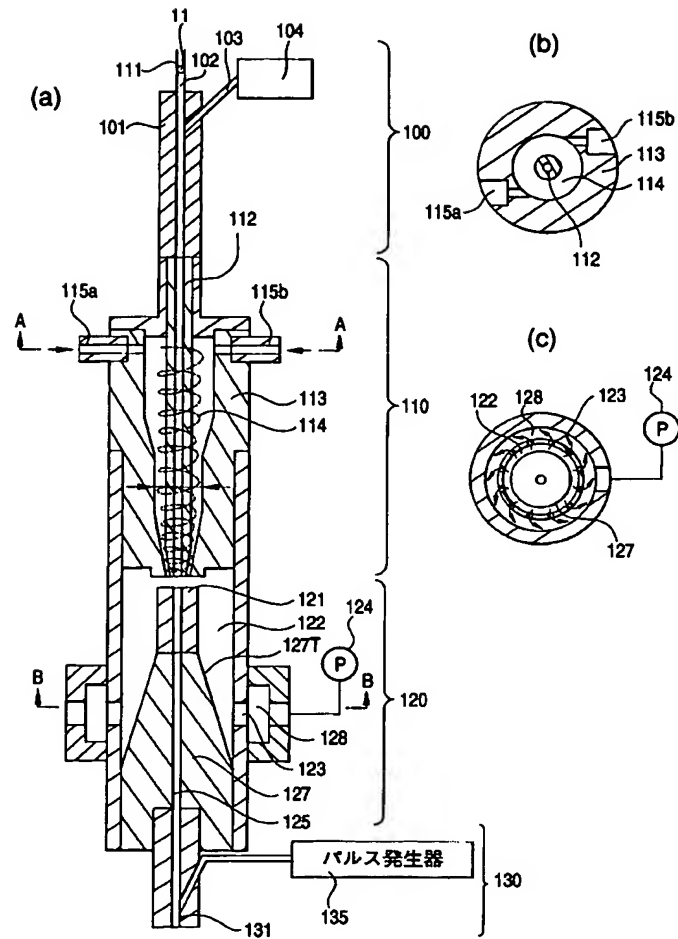
【図 3】



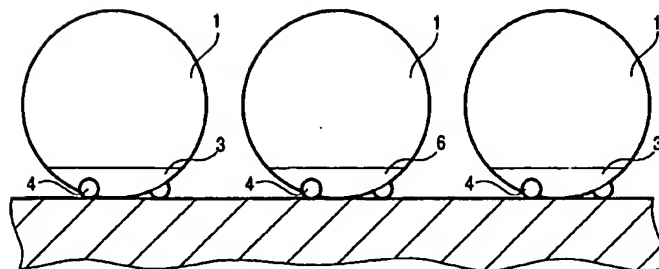
【図 1 4】



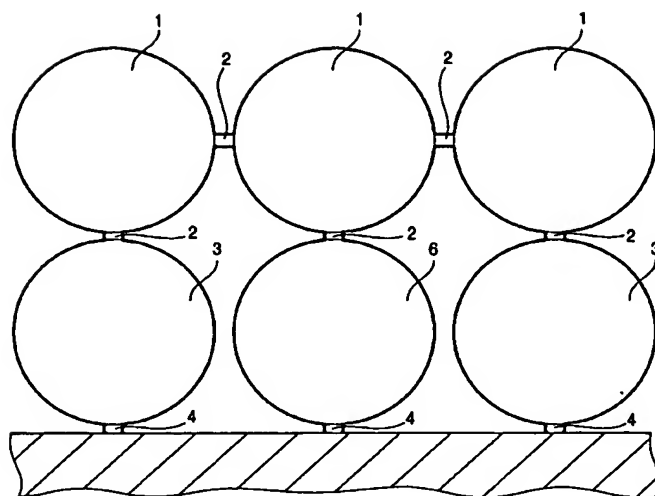
【図 4】



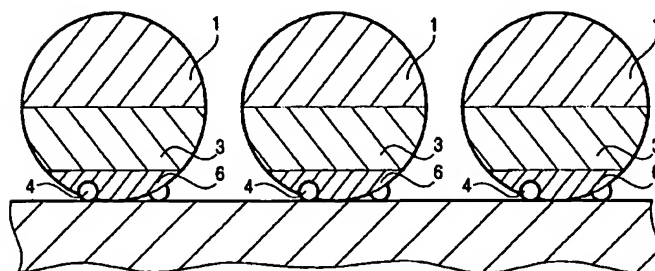
【図 6】



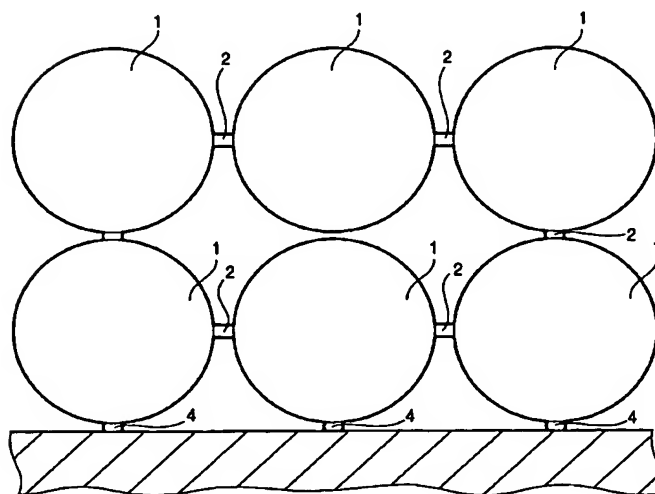
【図 7】



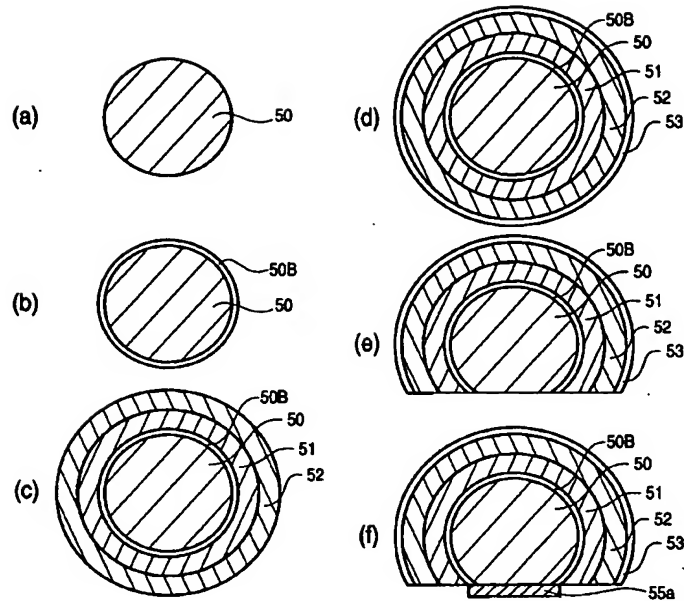
【図 8】



【図 9】



【図 11】



【手続補正書】

【提出日】平成12年6月13日（2000. 6. 13）

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 太陽電池を含む球状半導体及びそれを
用いた球状半導体装置

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも表面が第 1 導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、p n 接合を形成するように形成された第 2 導電型の半導体層と、前記第 2 導電型の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第 1 導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とにより球状表面の所定の領域に形成された球状太陽電池部と、前記球状表面の太陽電池が形成されていない領域にインバーター回路を形成してなる球状半導体集積回路部又は

論理回路部とを具備し、

前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路又は論理回路とが、相互接続されていることを特徴とする太陽電池を含む球状半導体。

【請求項 2】 少なくとも表面が第 1 導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、p n 接合を形成するように形成された第 2 導電型の半導体層と、前記第 2 導電型の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第 1 導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とにより球状表面の所定の領域に形成された球状太陽電池部と、前記球状表面の太陽電池が形成されていない領域にインバーター回路を形成してなる球状半導体集積回路部及び論理回路部とを形成し、

前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路および前記論理回路部とが、相互接続されていることを特徴とする太陽電池を含む球状半導体。

【請求項 3】 前記球状太陽電池部が球状表面の少なくとも上半球に形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の太陽電池を含む球状半導体。

【請求項 4】 複数の球状半導体をバンプを介してクラスト接続された半導体装置において、複数の球状半導体装置の内の少なくとも 1 個の球状半導体が請求項 1 又

は2記載の太陽電池を含む球状半導体であることを特徴とする太陽電池を含む球状半導体を用いた球状半導体装置。

【請求項5】 複数の球状半導体をバンプを介してクラスタ接続された半導体装置において、クラスタ接続された球状半導体装置の内の少なくとも外側には球状表面の全てに太陽電池が形成された球状半導体が配置されることを特徴とする請求項4記載の太陽電池を含む球状半導体を用いた球状半導体装置。

【請求項6】 前記複数の球状半導体は、直径を含む水平面を通る球表面の同一直径上の相対向する表面に、それぞれ外側電極および内側電極に接続するバンプを具備し、各バンプを介して直列接続されていることを特徴とする請求項4又は5のいずれかに記載の太陽電池を含む球状半導体を用いた球状半導体装置。

【請求項7】 前記球状基板は、第1導電型のシリコン球からなり、前記シリコン球の表面に形成された第2導電型のアモルファスシリコン層との間にp-n接合を形成してなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の太陽電池を含む半導体。

【請求項8】 前記球状基板は、金属製の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成しp-n接合を形成してなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の太陽電池を含む球状半導体。

【請求項9】 前記球状基板は、絶縁性の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成しp-n接合を形成してなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の太陽電池を含む球状半導体。

【請求項10】 前記第1および第2のシリコン層はアモルファスシリコン層であることを特徴とする請求項8に記載の太陽電池を含む球状半導体。

【請求項11】 前記球状太陽電池部は、第1導電型の球状シリコンの表面に形成された第2導電型の不純物拡散層とのあいだにp-n接合を形成してなるものであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の太陽電池を含む半導体。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】本発明の第1の太陽電池を含む球状半導体は、少なくとも表面が第1導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、p-n接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2導電型の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第

1導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とにより球状表面の所定の領域に形成された球状太陽電池部と、前記球状表面の太陽電池が形成されていない領域にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部又は論理回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路又は論理回路とが、相互接続されていることを特徴としている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】かかる構成によれば、1個の球状半導体の表面に、太陽電池部以外に、インバータ回路を形成してなる半導体集積回路部又は論理回路部が形成されていて、太陽電池部と半導体集積回路部又は論理回路部が相互接続されているので、太陽電池からの発電電力を直接半導体集積回路又は論理回路に供給できる小型で、高効率の球状半導体を得ることができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】本発明の第2によれば、少なくとも表面が第1導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、p-n接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2導電型の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とにより球状表面の所定の領域に形成された球状太陽電池部と、前記球状表面の太陽電池が形成されていない領域にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部及び論理回路部とを形成し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路および前記論理回路部とが、相互接続されていることを特徴としている。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】かかる構成によれば、1個の球状半導体の表面に、太陽電池部以外に、インバータ回路を形成してなる半導体集積回路部及び論理回路部が形成されていて、太陽電池部と半導体集積回路部及び論理回路部が相互接続されているので、太陽電池からの発電電力をインバータ及び論理回路の両方に直接供給できるので、より小型で、高効率の球状半導体を得ることができる。

【手続補正 7】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0013
【補正方法】変更
【補正内容】
【0013】本発明の第3によれば、球状太陽電池部が球状表面の少なくとも上半球に形成されていることを特徴としている。
【手続補正 8】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0014
【補正方法】変更
【補正内容】
【0014】かかる構成によれば、球状半導体の少なくとも上半球に太陽電池が形成されているので、太陽電池の受光が効率的になる。
【手続補正 9】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0015
【補正方法】変更
【補正内容】
【0015】本発明の第4によれば、複数個の球状半導体をバンプを介してクラスタ接続された半導体装置において、複数の球状半導体装置の内の少なくとも1個の球状半導体が請求項1又は2記載の太陽電池を含む球状半導体であることを特徴としている。
【手続補正 10】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0016
【補正方法】変更
【補正内容】
【0016】かかる構成によれば、複数個の球状半導体をバンプを介してクラスタ接続することによって、複数個の球状半導体を2次元又は3次的に構成できるので、より高密度に装置を構成できると共に、個々の半導体が球状であるため、外側の球状半導体のみでなく、内側の球状半導体でも外側よりは劣るが受光が可能であるので、より効率的な太陽電池による発電ができる。
【手続補正 11】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0017
【補正方法】変更
【補正内容】
【0017】本発明の第5によれば、複数個の球状半導体をバンプを介してクラスタ接続された半導体装置において、クラスタ接続された球状半導体装置の少なくとも外側には球状表面の全てが太陽電池が形成された球状半導体が配置されることを特徴としている。
【手続補正 12】
【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018
【補正方法】変更
【補正内容】
【0018】かかる構成によれば、クラスタ接続された複数個の球状半導体の外側の球状半導体は球状表面の全てに太陽電池が形成された球状半導体を配置することによって、より効率的な太陽電池による発電が可能になる。
【手続補正 13】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0019
【補正方法】変更
【補正内容】
【0019】本発明の第6によれば、複数個の球状半導体は、直径を含む水平面を通る球表面の同一直径上の相対向する表面に、それぞれ外側電極および内側電極に接続するバンプを具備し、各バンプを介して直列接続されていることを特徴としている。
【手続補正 14】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0021
【補正方法】変更
【補正内容】
【0021】本発明の第7によれば、前記球状基板は、第1導電型のシリコン球からなり、前記シリコン球の表面に形成された第2導電型のアモルファスシリコン層との間に p n 接合を形成してなることを特徴としている。
【手続補正 15】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0023
【補正方法】変更
【補正内容】
【0023】本発明の第8によれば、前記球状基板は、金属製の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成し p n 接合を形成してなることを特徴としている。
【手続補正 16】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0025
【補正方法】変更
【補正内容】
【0025】本発明の第9によれば、前記球状基板は、絶縁性の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成し p n 接合を形成してなることを特徴としている。
【手続補正 17】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】本発明の第10によれば、前記第1および第2のシリコン層はアモルファスシリコン層であることを特徴としている。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】本発明の第11によれば、前記球状太陽電池部は、第1導電型の球状シリコンの表面に形成された

第2導電型の不純物拡散層とのあいだにpn接合を形成してなるものであることを特徴としている。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0080

【補正方法】変更

【補正内容】

【0080】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、1個の球状半導体表面に太陽電池部とインバータ回路又は論理回路とを具備しているため、小型で高効率の電源装置を提供することが可能となる。

フロントページの続き

(72)発明者 入江 淳一

福岡県北九州市八幡西区小嶺二丁目10番1号
株式会社三井ハイテック内

Fターム(参考) 5F051 AA05 CA15 DA03 EA07 FA04
GA04